

Beobachtungen und Versuche zur Atmung von *Arrenurus* (*Megaluracarus*) *globator* (Müll.). – 2. Physiologie

(Acari, Hydrachnidia, Arrenuroidea)

Von Egon Popp

Popp, E. (1991): Observations and tests concerning the respiration of *Arrenurus* (*Megaluracarus*) *globator* (Müll.) (Acari, Hydrachnidia, Arrenuroidea) – Spixiana 14/3: 259–263.

By use of a Clark-Oxygen measuring sonde (Ag+/Au-) and a counted crowd of *Arrenurus globator* ♀♀ it is possible to determine the oxygen consumption of these pondmites towards several parameters as time, temperature, pH and degree of oxygen saturation. Mites with more or less sealed integumental pores are handicapped in respiration. Related to weight and surface the (basal) metabolic rate and a equilibrium to a certain amount of assimilating algae is estimated.

Dr. Egon Popp, Zoologische Staatssammlung, Münchhausenstraße 21,
W-8000 München 60, Germany.

Einleitung

In Teil 1 (Morphologie) der Untersuchung sind die strukturellen Voraussetzungen zur Hautatmung beim *Arrenurus globator* ♀ beschrieben worden (Popp 1991). Falls die Wassermilbe durch dünne Stellen ihres Integuments Sauerstoff aufnimmt, muß sie, wenn sie durch einen gasdichten Mantel daran gehindert wird, irgendwann ersticken. Um die Respirationsverhältnisse im geschlossenen Raum mit bekanntem Sauerstoffgehalt und meßbarem Verbrauch zu erfahren, wurden *globator* ♀♀ in jeweils größerer Zahl unterschiedlichen abiotischen Faktoren des Aufenthaltswassers ausgesetzt, ihr Verhalten beobachtet, ihr Tod oder der Erfolg von Reanimation registriert. Von „versiegelten“ Milben wurden Anzeichen respiratorischer Insuffizienz erwartet.

Der Sauerstoffverbrauch der Mesofauna ist noch nicht oft gemessen worden (z. B. bei *Tubifex* und *Chironomus* von Harnisch 1958, bei Mesostigmata von Webb 1970, bei *Alaskozetes antarcticus* von Block 1977, bei limnischen Wassermilben von Wohltmann 1990). Die jeweiligen Bedingungen sind schwierig zu generalisieren; die Ergebnisse sollen vor allem, wie auch in diesem Fall, eine bestimmte physiologische Vermutung unterstützen oder widerlegen.

Methodik

Jeweils 10 *Arrenurus globator* ♀♀ lebten in einer runden Netzkammer, die sich auf dem Boden einer 50-ml-Polyäthylenflasche befand. In den Schraubdeckel war die Sonde einer WTW-Sauerstoffmeßzelle EO 166 k luftdicht eingepaßt und bis zur Flaschenhälfte in das Wasser abgesenkt. Das durch eine Gleichspannung (0,7 V) polarisierte Elektrodensystem aus Silberanode – Elektrolyt – Goldkathode mißt dank der Diffusion den Partialdruckunter-

schied zwischen Membranaußen- und -innenwand (Clark-Prinzip), führt aber auch zu einer Sauerstoffzehrung unmittelbar vor der Kathode, was die Messung verfälscht. Ein Magnetrührer führte der Kathode wie den Milben frisches Wasser zu. Um CO_2 aus dem Stoffwechsel der Milben im Wasser zu binden, war die Netzkammer bei Bedarf von 2 Halbringen aus Marmor umgeben: $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

Die Versuchsflasche war ohne Luftblasen randvoll mit 54 ml Wasser gefüllt (tatsächliches Volumen der Flasche 69 ml abzüglich Verdrängung der Einbauten); dieses konnte gekühlt oder erwärmt und mit Sauerstoff oder Kohlensäure angereichert werden.

Bei Messungen, die sich über Stunden oder Tage erstreckten, entfernte ich die verendeten Milben, die, ohne Lebenszeichen, mit ausgestreckten Beinen von den lebenden herungestoßen wurden, durch eine Pipette von unten. Während dieser Prozedur wurde Argon in die Versuchsflasche eingedrückt. Der um die Abgänger verringerte O_2 -Verbrauch wurde auf den Bestand zu Versuchsbeginn hochgerechnet.

Die Diffusion des Sauerstoffs durch die Milbenkutikula zu unterbinden, gelang am besten mit Blattgold. Damit läßt sich die lebende Milbe, mit ihren Beinen an einer Unterdruckpipette unter Wasser angesaugt, kompakt verpacken, wodurch im Durchschnitt $\frac{3}{4}$ der Körperoberfläche bedeckt sind. Nur selten gelingt es der Milbe, die Folie an den Flanken durch ständige Putzbewegungen der 4. Beine abzufetzen. Im weiten Umgebungsbereich der Hautdrüsenmündungen schien das Blattgold mit der Kutikula überhaupt verklebt zu sein.

Flüssige Versiegler sind schwierig aufzutragen. Aliphatische Verbindungen (z. B.: Paraffinöl) können die Wasserhaut nicht unterkriechen, die die Kutikula überzieht, solange die Milbe lebt oder lösen sich im Wasser auf (z. B.:

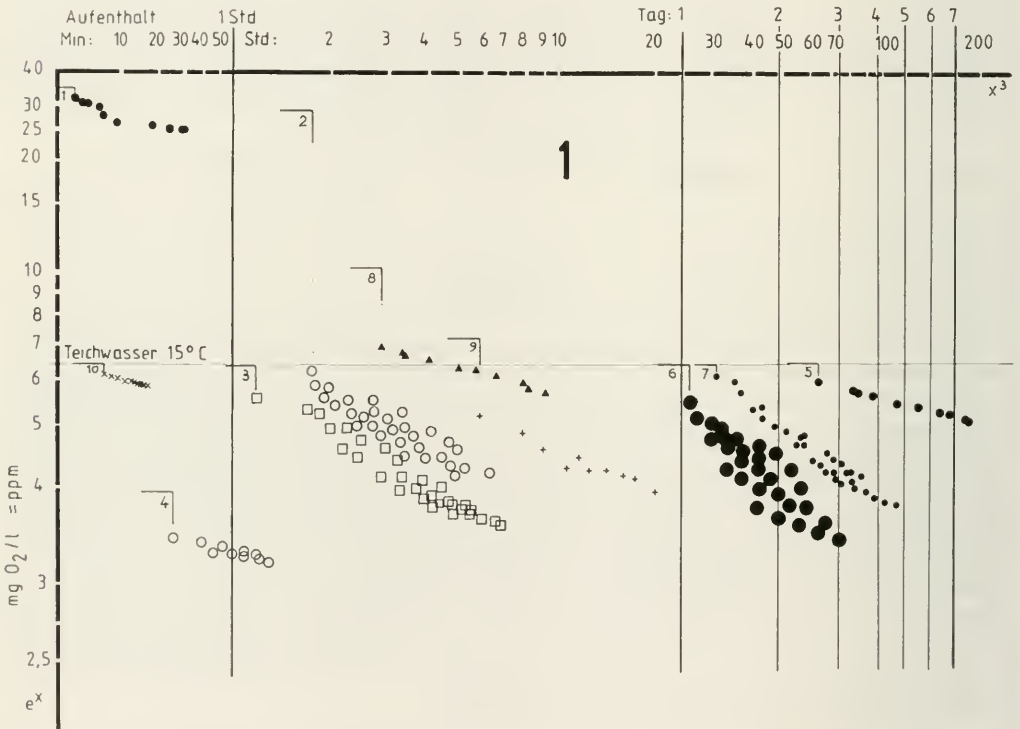


Abb. 1. Die letalen Bereiche bei Sauerstoffmangel bezogen auf O_2 -Gehalt des Meßwassers (e^x -Ordinate) und Aufenthaltszeit darin (x^3 -Abszisse). Die W-S-Winkel (◻) zeigen horizontal den Ausgangs-Sauerstoffbetrag, vertikal den Todeszeitpunkt der 1. Milbe der Versuchsgruppe (10 oder n. 10 Individuen). Ziffer im Winkel: 1: *Arrenurus globator*-Weibchen in Teichwasser bei + 2°, 37 ppm O_2 ; 2: mit Goldfolie umhüllte (O) gleiche Milben bei 8°, 28 ppm O_2 ; 3: bei 15°, 6,3 ppm O_2 ; 4: bei 20°, 4,0 ppm O_2 ; 5: „nackte“ Milben zusammen mit assimilierenden Grünalgen in Teichwasser (Zwischenabszisse); 6: große Individuen; 7: kleine Individuen; 8: *Atractides n. nodipalpis* (Viets) in Bachwasser bei 10°, 11,2 ppm O_2 ; 9: *Arrenurus* mit Silikonöl versiegelt; 10: mit Procain 5 mg/100 ml.

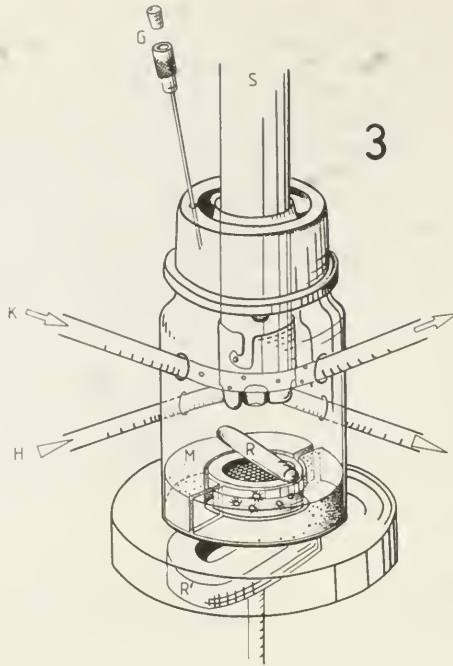


Abb. 3. Die Versuchsflasche mit der O_2 -Meßzelle S, der Durchflußleitung für Heiß- und Kaltwasser H und K, der Edelgasbeschickung G, den Magnetrührern R, R', dem Marmorpuffer M mit dem Milbenkäfig in der Mitte. Zeichnung: R. Kühbandner, ZSM.

mag, wie z. B. *Chironomus anthracinus*-Larven und *Tubifex* (Harnisch 1957) (vgl. Abb. 2: Stundenkurve 6, welche zwischen 6. und 10. Stunde und um die 16. Stunde ohne Sauerstoffverbrauch läuft; ähnliches bei Kurve 3 um die 4. Stunde; Anaerobmarke ▼).

„Nackte“ *Arrenurus* sterben, hektisch rudernd, in maximal mit O_2 übersättigtem Wasser nach wenigen Minuten (Abb. 1 und 2:1); „bekleidete“ leben darin bis zu 7 Stunden (:2), verbrauchen aber weitaus mehr O_2 als solche, die mit Teichwasser starteten (:3). In nur 45%ig gesättigtem Wasser sind nach 73 Minuten alle (10) „bekleideten“ Milben tot, obgleich sie kaum O_2 verbraucht hatten (:4, Anaerobmarke ▼). Die versiegelten Milben (:9) sterben innerhalb eines Tages. Sie liegen mit ihrer Lebenserwartung zwischen „bekleideten“ und „nackten“ (:6,7). Von letzteren habe ich die größten und kleinsten aus der Teichpopulation, die nach Größe linkschräg in einer logarithmischen Normalverteilung auftritt, getrennt ausgesetzt mit dem Ergebnis, daß die kleineren 2 Tage länger lebten, aber O_2 -Mangel schlechter ertrugen als die größeren (fetteren – s. o.).

10 Versuchsmilben, die mit $\approx 100 \text{ mm}^2$ assimilierender Oberfläche von *Spirogyra longata*, also knapp dem 100fachen ihrer respiratorischen Oberfläche in Gasaustausch standen, waren nach spätestens 1 Woche tot. Das ökologische System wurde 12 Stunden/Tag mit 40000 Lux und $+800^\circ \text{ K}$ beleuchtet (:5). Selbst die Grünalgen allein produzierten ab 4. Tag immer weniger O_2 (:5a).

Atractides n. nodipalpis (V.), als Bachmilbe zeitlebens im O_2 -Überfluß, hält 2 Stunden länger aus als *Arrenurus*, stirbt aber wegen O_2 -Mangel bereits im Teichwasser (:8), worin letztere bestens leben können.

Schließlich versuchte ich, *Arrenurus*' Atembewegungen mittels 0,18 mmol/l Procain (2-Diethylaminoethyl – 4 – aminobenzoat) HCl zu lähmen: schon nach 2 Min. zeigten alle nach innen verkrampften Beine einen raschen Tremor, der nach spätestens 20 Min. endete. Die Milben waren danach

in O₂-angereichertem Fließwasser nicht mehr zu reanimieren. Die Atembewegung selektiv auszu-schalten, ist mir nicht gelungen.

Um den Respiratorischen Quotienten (RQ) der Versuchsmilben kennenzulernen, habe ich mit elektrometrischer Anzeige der Titrationsendpunkte den p- und m-Wert einer neutralen Wasserprobe (m = 0,05 mmol/l) bestimmt, worin sich 100 *Arrenurus* ♀♀ 1 Stunde aufhielten. Diese schieden, nach der Formel $Q_c = (\pm m) - (\pm p)$ berechnet, 0,0105 mmol/l Σ CO₂ aus. Ihr RQ (= ausgeschiedenes V_{CO₂}/ aufgenommenes V_{O₂}) beträgt 0,7, was auf vorherrschenden Fettabbau schließen läßt.

Diskussion

Arrenurus ♀♀ sterben 25mal früher, wenn mindestens ihre halbe Körperoberfläche von einer O₂-undurchlässigen Folie (Blattgold) zugedeckt ist. Eine O₂-durchlässige Folie dagegen (Membranfolie der OXI Elektrode; durch Erwärmen zu einem halbkugeligen Hut geformt) verkürzt ihr Leben nicht. Beide Folienarten versucht die Milbe abzustreifen: sie sind ihr hinderlich bei der Atembewegung der IV. Beine. Auch flüssige Versiegelungen erzeugen Atemnot, wahrscheinlich aber auch Vergiftungen, so daß die damit erhaltenen Meßwerte nicht überzeugen. Das Prostigma an den Chelicerenbasen mit einer Öffnungsfläche von $2 \times 15 \mu\text{m}^2$ (ohne Abzug der Siebplatte!) gewährleistet keine ausreichende O₂-Diffusion; zusätzliche Hautatmung ist schon aus Bilanzgründen vorauszusetzen.

Ungeklärt ist, wie *Arrenurus* die knappen O₂-Verhältnisse (weniger als 2,5 mg O₂/l) unter der bis zu 27 cm dicken Eisdecke des Schmuckteiches überlebt. Der biochemische Sauerstoffbedarf des Sommerwassers BSB₅ beträgt 14,15 mg O₂/l (= 0,442 mmol O₂), des Wasserkörpers unter der Eisdecke vor der Frühjahrsschmelze immerhin noch 0,087 mmol O₂). Die Nymphen der Versuchsart, die im Winter zahlreicher auftreten, sind ohne Panzer; sie können ganzflächig atmen. Auch die postembryonalen Apodermata, das Nymphoderma und das Teleioderma sind bei *Arrenurus* weichhäutig, wodurch die Ruhestadien anscheinend durch die Haut atmen können.

Literatur

- Böttger, K. 1962. Zur Biologie und Ethologie der einheimischen Wassermilben *Arrenurus* (*Megalurus*) *globator* (Müll., 1776), *Piona nodata nodata* (Müll., 1776) und *Eylais infundibulifera meridionalis* (Thon, 1899) (Hydrachnellae, Acari). – Zool. Jb. Syst. 89: 501–584
- Cook, D. R. 1974. Water mite genera and subgenera – Mem. Am. Ent. Inst. 21: 530
- Harnisch, O. 1968. Elektrochemische Messungen am O₂-Gehalt von Lösungen mit *Tubifex*- und *Chironomus*-Larven unter sehr geringem O₂-Partialdruck. – Zool. Jahrb. Phys. 67: 293–310
- Hirschmann, W. 1984. Eine Anpassung von Schildkrötenmilben (Uropodiden) an Feuchtbiopte. – Mikrokosmos 75, 4: 117–119
- Hütter, L. A. 1979. Wasser und Wasseruntersuchung. Laborbücher Chemie. – Diesterweg, Frankfurt
- Krüger, F. 1940. Beziehung des Sauerstoffverbrauches zur Körperoberfläche beim Spulwurm. – Z. wiss. Zool. 152: 547–570
- Ludwig, W. & Krywiczky, 1956. Betrachtung über den Energiekonsum von Tieren mit Atmungsorganen zweierlei Typs. – Z. vgl. Physiol. 39: 84–88
- Schuster, R. 1964. Die Ökologie der terrestrischen Kleinfafauna des Meeresstrandes. – Verh. dtsh. zool. Ges. Kiel: 492–521
- Thorpe, W. H. & D. J. Crisp, 1947. Studies on plastron respiration. The biology of *Aphelocheirus* (Hemiptera, Aphelocheirida (Naucoridae)) and the mechanism of plastron retention – J. Exp. Biol. 24: 227–269
- Webb, N. R. 1970. Oxygen consumption and population metabolism of some mesostigmated mites (Acari: Mesostigmata). – Pedobiol. 10: 447–456
- Wiles, P. R. 1984. Watermite respiratory systems. – Acarologia XXV, 1: 27–31
- Wohltmann, A. 1990. Nutrition and respiratory rate of water mites (Actinedida: Hydrachnidia) under a phylogenetic point of view. – VIII. Int. Congr. Acar. Ceske Budejovice